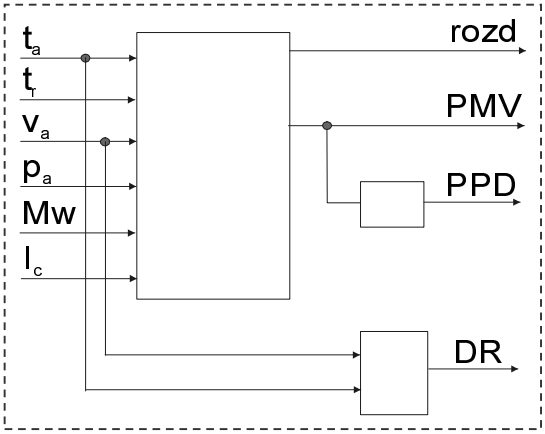
MODELOVÁNÍ TEPELNÉ POHODY V PROSTŘEDÍ MATLAB

Ing. František Hruška, Ph.D.
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Institut informačních technologií,

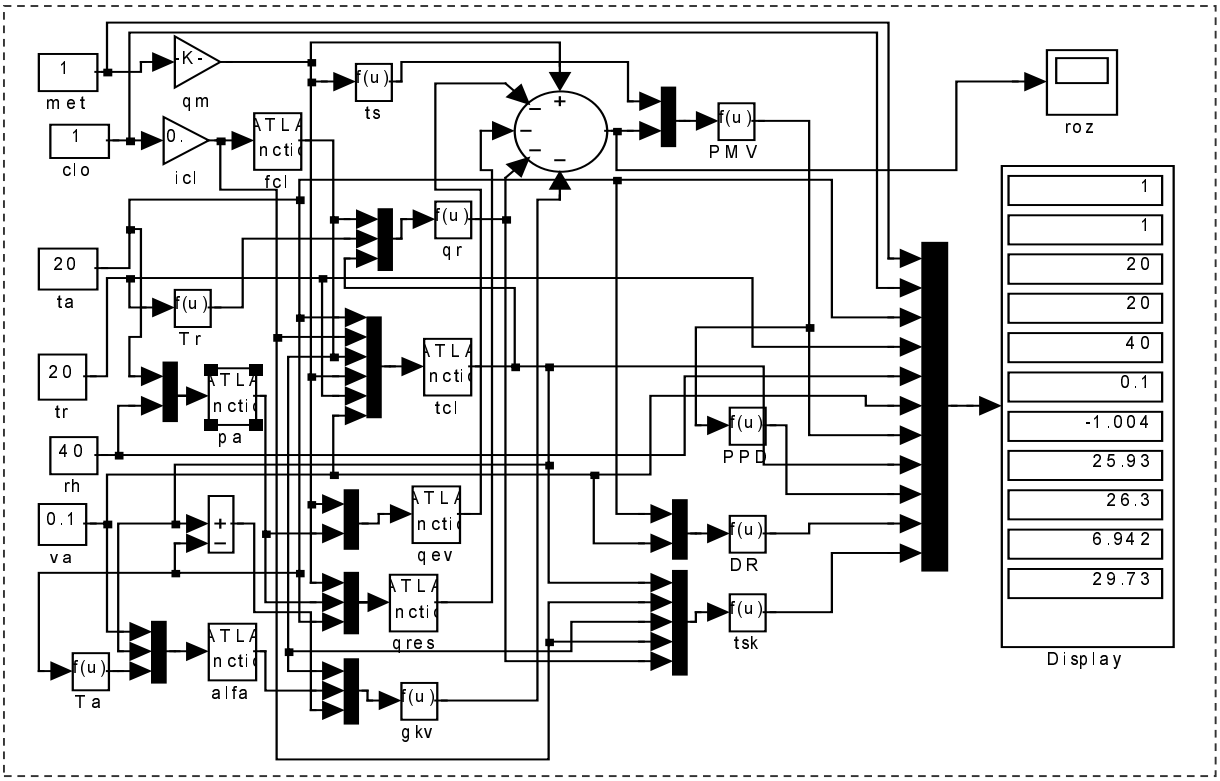
Pro řešení automatizace techniky prostředí podle tepelné pohody jsme zvolili model „Tepelné pohody pro automatizaci“, dále jen TPA. Byl vybrán především pro jeho exaktnost, komplexnost a determinovanost a kompatibilitu s modelem PMV podle normy ČSN ISO 7730.

Pro vyhodnocení podmínek pobytu člověka podle zásad tepelné pohody a nebo pro regulaci a řízení moderní techniky prostředí je nutno zpracovat matematicky fyzikální parametry prostředí a další údaje na výsledek energetické bilance tepelných toků z těla člověka tj. na na ukazatele tepelné pohody. Blokové schéma vyhodnocování je na obr.1. Fyzikální parametry prostředí teploty vzduchu - t_a, střední radiační teploty - t_r, vlhkosti vzduchu - p_a, rychlosti proudění vzduchu - v_a naměřené odpovídajícími technickými prostředky vytváří jednu skupinu vstupů tohoto zařízení. Hodnota metabolického tepla *Mw* produkovaného v organismu člověka je konstantou stanovenou podle pracovní aktivity. Další vstupní hodnotou je údaj tepelného odporu oděvu člověka *Ic*. Tato hodnota je dána druhem oděvu buď předepsaným nebo obvyklým pro konkrétní aktivitu člověka.



Obr.1.: Blokové schéma vyhodnocovací jednotky ukazatelů tepelné pohody.

Výstupem vyhodnocovací jednotky je hodnota rozdílu tepelné bilance toků mezi člověkem a okolím*„rozd“* a ukazatele tepelné pohody podle ČSN ISO 7730, tj. PMV, PPD a údaj DR. Výstupní signály vyhodnocovací jednotky slouží pro napojení na řídicí jednotku nebo jako výstup informací pro hodnocení tepelné pohody člověka v prostředí.



Obr. 2: Model TPA v prostředí MATLAB SIMULINK.

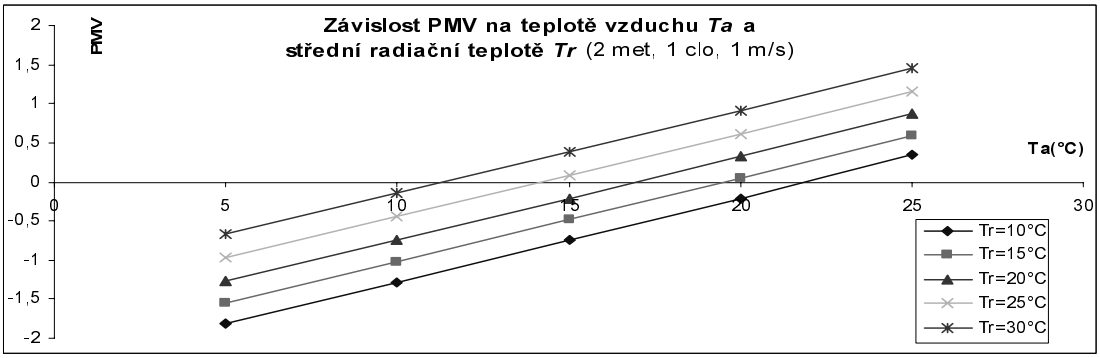
Pro výpočet veličiny „rozd“ a ukazatelů PMV , PPD a DR popsaných matematickým modelem TPA jsme sestavili jednak výpočtový program v jazyku Visual Basic pro program EXCEL, jednak jsme sestavili model v prostředí MATLAB a SIMULINK (viz obr. 2.).

Vliv fyzikálních parametrů prostředí na tepelnou pohodu člověka jsme vyhodnotili v citlivostní analýze. Vliv teploty okolního vzduchu prostředí – *ta* a teploty okolních stěn jako střední radiační teplota *tr* byl analýzován pro konkrétní fyzickou aktivitu (MW=2 met), oblečení člověka (Ic=1 clo), rychlost proudění (1 m/s) a vlhkost vzduchu (40% rel.vlhkosti). Výsledek je zobrazen v tabulce 1 a pomocí grafu na obr. 3. Tyto výsledky poukazují na oblast možných změn těchto parametrů při zachování PMV=0.

Tab. 2: Závislost ukazatele PMV na hodnotách Ta, Tr.

Ta (°C)	5	10	15	20	25
Tr=10°C	-1,81	-1,28	-0,75	-0,21	0,34
Tr=15°C	-1,54	-1,02	-0,48	0,05	0,6
Tr=20°C	-1,26	-0,74	-0,21	0,33	0,87
Tr=25°C	-0,97	-0,45	0,08	0,61	1,16
Tr=30°C	-0,66	-0,14	0,38	0,91	1,46

Obr. 3: Graf závislosti ukazatel PMV na změnách teplot Ta, Tr.

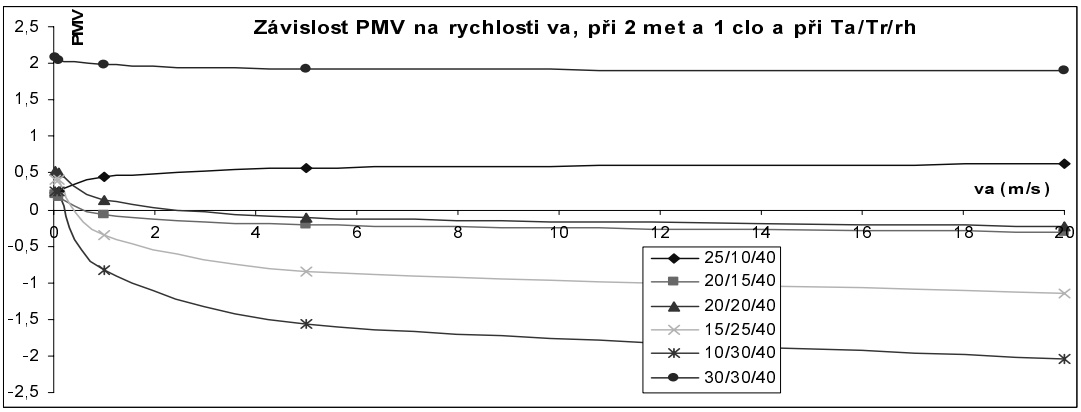


Vliv rychlosti proudění na hodnotu ukazatele *PMV* jsme sledovali pro obdobné hodnoty aktivity a oblečení člověka a pro běžné hodnoty teploty vzduchu a radiační teplotu a vlhkosti vzduchu s vyznačením teplota vzduchu/teplota radiační/vlhkost vzduchu jako *ta/tr/pa*. Výsledek je v tabulce 2 a na grafu na obr.4. V rámci testování modelu TPA jsme také studovali velikost jednoltivých složek tepelného toku z těla člověka.

Tab.2: Závislost ukazatele PMV na rychlosti proudění “va”

va	0,05	0,1	1	5	20
25/10/40	0,22	0,25	0,45	0,56	0,63
20/15/40	0,2	0,16	-0,07	-0,21	-0,3
20/20/40	0,52	0,5	0,13	-0,1	-0,23
15/25/40	0,4	0,4	-0,35	-0,85	-1,15
10/30/40	0,25	0,25	-0,82	-1,56	-2,05
30/30/40	2,08	2,05	1,98	1,93	1,91

Obr. 4: Grafická závislost ukazetele PMV na rychlosti proudění “va”.



Závěr:

Model tepelné pohody TPA v prostředí MATLAB SIMULINK umožnil velmi efektivně řešit problém tepelné pohody a analyzovat vlivy jednotlivých vstupních veličin. Výsledky analýzy poukazují na závislosti, které jsme využili v další částí řešení této problematiky. Bylo to především zapojení modelu TPA do modelu systému techniky prostředí společně s modely vytápění a větrání interiérů obytných domů nebo průmyslových hal a s modelem optimálního řízení parametrů prostředí. Všechny tyto modely byly rovněž zpracovány v prostředí MATLAB SIMULINK.

Údaje o autorovi:

Ing. František Hruška, Ph.D.

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Institut informačních technologií
Mostní 5139, 760 01 Zlín
Tel.: 067/7543102
Fax: 067/7543333
E-mail: hruska@ft.utb.cz